

甘肃北山大山头铜镍矿化基性-超基性岩 成矿潜力研究

王小红, 杨建国, 王磊, 谢燮

1. 西安地质矿产研究所, 西安 710054

2. 国土资源部岩浆作用成矿与找矿重要实验室, 西安 710054

摘要: 为了研究甘肃北山大山头含铜镍硫化物基性、超基性岩的成矿潜力, 通过野外调查和室内综合对比研究, 取得如下认识及成果: (1) 大山头岩体侵位于前寒武系中深变质碎屑岩与片麻状花岗岩中, 为多期次侵位的杂岩体, 早期以中细粒辉长岩岩基为主, 晚期为橄榄苏长辉长岩-二辉橄榄岩相基性-超基性岩, 岩体分异明显, 橄榄二辉岩全岩铜镍矿化(Cu 含量 0.08%~0.46%, Ni 含量 0.2%~0.37%); (2) 岩体常量和微量元素具岛弧基性超基性岩浆特征(例如岩体亏损高场强元素 Nb, Ta, Ti, Hf 及 Y 和 P, 富集大离子亲石元素 Ba, Rb, Th, U, K 及 La 等); (3) 磁法异常与岩体地表矿化一致, 电法结果显示岩体深部矿化更好(最大磁场强度值 600nT, 视极化率(η_s)显示最大值可达 7.5%~12.1%); (4) 岩体岩石地球化学特征与金川、喀拉通克、红旗岭等相似, 与甘肃黑山一致。因此, 大山头有望成为储量规模不亚于甘肃黑山的铜镍硫化物矿床。

关键词: 铜镍硫化物; 基性-超基性岩; 北山; 甘肃

中图分类号: P588.12

文献标识码: A

文章编号: 1006-7493 (2014) 02-0222-08

Metallogenic Potential of Copper and Nickel Mineralization in the Mafic-Ultramafic Rocks in Dashantou, Beishan, Gansu Province

WANG Xiaohong, YANG Jianguo, WANG Lei, XIE Xie

1. Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054, China

2. Key Laboratory for the Study of Focused Magmatism and Giant Ore Deposits, MLR, Xi'an 710054, China

Abstract: In order to study the ore-forming potential of mafic-ultramafic rocks with Cu-Ni sulfide in Dashantou, Beishan, Gansu Province, we have conducted the field investigation and comprehensive comparison, and made the following achievements: (1) the Dashantou rock was emplaced in Precambrian middle-deep metamorphic clastic rocks and gneissic granite, and is characterized by many episodes of magmatism. Early stage was dominated by the fine-grained gabbro rock foundation and the olivine, gabbro-two pyroxene peridotite mafic ultramafic rocks become dominant in later period. Rocks were differentiated obviously, and the Cu-Ni mineralization of lherzolite completely (Cu content 0.08%~0.46%, Ni content 0.2%~0.37%); (2) The major and trace elements have the characteristics of arc ultramafic basic magma (such as lack of high field intensity elements Nb, Ta, Ti, Hf, Y and P, enrichment of large ion lithophile elements Ba, Rb, Th, U, K and La); (3) Magnetic anomaly and rock surface mineralization are uniform. The results of electric conductivity show that the mineralization in deep rock is better (the maximum value of the magnetic field strength 600nT, apparent polarizability (η_s) shows a maximum value of 7.5%~12.1%); (4) the geochemical characteristics are similar to those of Jinchuan, Kalatongke, Hongqiling deposit, and the Heishan deposit in Gansu Province. Therefore, Dashantou is expected to become the Cu-Ni sulfide deposit with reserve scale not less than that of the Heishan deposit.

Key words: copper and nickel sulfide; basic ultrabasic rock; Beishan; Gansu Province

First author: WANG Xiaohong, M. Sc., E-mail: wxhwh812@126.com

收稿日期: 2013-09-25; 修回日期: 2014-01-08

基金项目: 中国地质调查局甘肃北山狼山-罗雅楚山地区铁镍多金属矿调查项目

作者简介: 王小红, 女, 1978年生, 助理研究员, 从事于地质找矿与矿床学研究; E-mail: wxhwh812@126.com

基性、超基性岩是铜镍硫化物矿床的重要含矿母岩(汤中立和李文渊, 1995; 汤中立和白云来, 1997; 白云来等, 2004; 范立勇等: 2007)。目前, 我国大部分镍和相当一部分铜来源于基性、超基性铜镍硫化物矿床(汤中立和李文渊, 1995; 王瑞廷等, 2004), 因此, 研究具有铜镍矿化的基性、超基性岩, 对进一步找矿具有理论指导意义和现实勘查意义。西安地质调查中心在2010年-2012年实施地调局“甘肃北山营毛沱—玉石山地区铁铜多金属矿调查”项目时, 对该区基性、超基性岩进行了较为详细调查研究, 发现了多处铜镍矿化岩体, 其中大山头铜镍矿化基性超基性岩体分异较好、品位较高, 经对其成矿潜力分析研究后认为, 有望成为储量和规模不亚于甘肃黑山的铜镍硫化物矿床。

1 区域构造地质背景

甘肃北山岩浆铜镍成矿系列矿产地主要分布于分隔东天山与塔里木两大古陆的方山口—庙庙井—双鹰山深大断裂带两侧, 赋存于分异强烈的基性-超基性杂岩中, 主要矿床为黑山和怪石山铜镍矿床。大山头基性超基性岩体是最近发现的一铜镍矿化岩体, 与黑山铜镍矿处于同一成矿带上, 位于黑山与怪石山铜镍矿床的西延部分(图1), 因此本区具有形成铜镍矿的有利构造地质背景。区内出露地层有蓟县系平头山组, 寒武

系下统双鹰山组和上统西双鹰山组, 奥陶系罗雅楚山组, 为一套浅-半深海相砂岩-浊积岩建造, 其中以下奥陶统罗雅楚山组最发育。

区内断裂构造极发育, 除庙庙井—双鹰山近东西向深大断裂外, 近东西次级断裂带及北东、北西向断裂构造亦较发育, 控制不同时代侵入体的空间展布, 其中与矿化有关的基性超基性岩体受控制于分隔微陆块与裂谷带的庙庙井—双鹰山深大断裂及其次级断裂。

2 岩体出露及矿化特征

含矿基性-超基性杂岩体以辉长岩为主(图2), 出露面积5~20 km², 岩体岩相分异明显, 可区分出苏长辉长岩、橄榄苏长辉长岩、橄榄辉长苏长岩、橄榄岩、二辉橄榄岩、橄榄方辉岩、橄榄辉石岩、辉石岩、伟晶状辉长岩和纯橄岩等岩相。橄榄苏长辉长岩、橄榄辉长苏长岩、橄榄方辉岩和二辉橄榄岩相矿化较普遍, 常见星点状和聚斑状金属硫化物, 主要有黄铜矿、磁黄铁矿和镍黄铁矿。经地表探槽初步揭露, 圈出3个铜镍矿体和2个矿化体, 铜镍矿体厚度分别为11.4 m, 4.5 m和2 m, Ni平均品位0.37%, 0.20%和0.27%, Cu平均品位分别为0.08%, 0.09%和0.46%; 铜镍矿(化)体厚度分别为60 m和80 m, Cu含量分别介于0.01%~0.12%和0.03%~0.22%, Ni含量0.046%~0.237%和0.021%~0.207%, Cu+Ni > 0.1%。

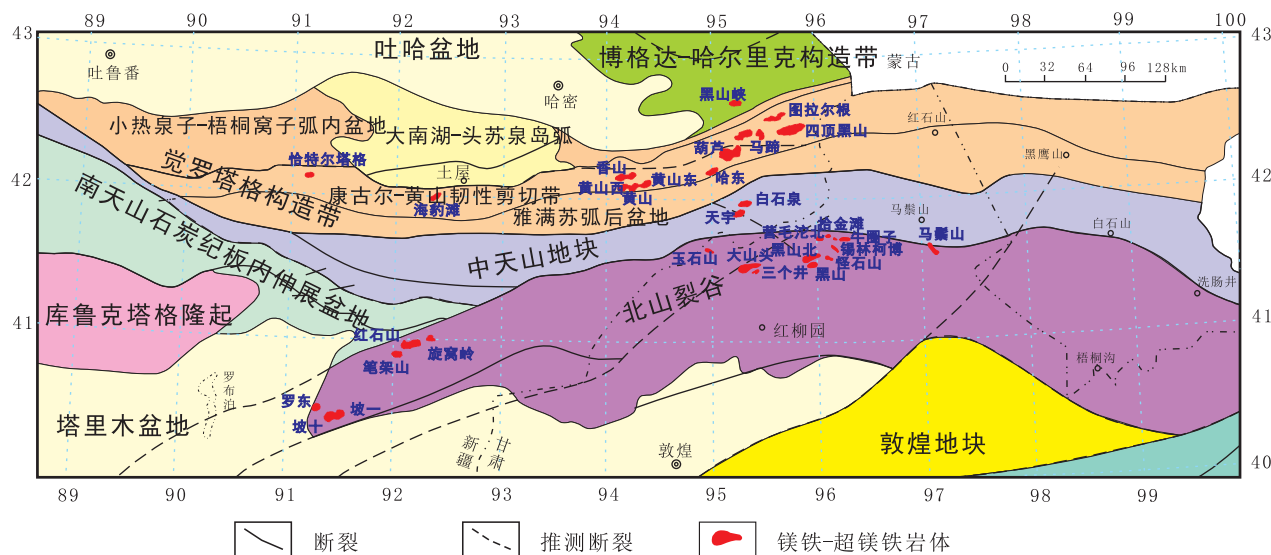
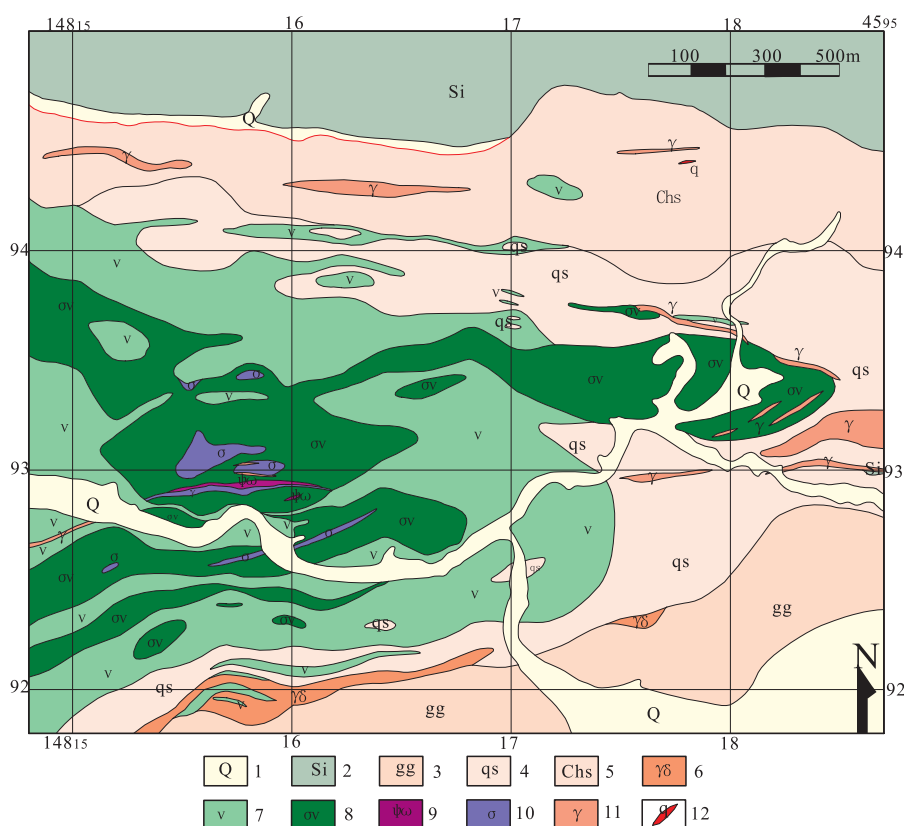


图1 甘肃新疆交界基性超基性岩分布略图

Fig. 1 Sketch map showing the distribution of basic-ultrabasic rocks



1, 第四系; 2, 硅质板岩; 3, 花岗片麻岩; 4, 云母石英片岩; 5, 云母绿泥石英片岩; 6, 花岗闪长岩; 7, 辉长岩; 8, 橄榄辉长岩; 9, 橄榄岩; 10, 蛇纹岩; 11, 花岗岩; 12, 石英脉;

1, Quaternary; 2, Siliceous slate; 3, Granite gneiss; 4, Mica quartz schist; 5, Mica chlorite quartz schist; 6, Granodiorite; 7, Gabbro; 8, Olive gabbro; 9, Peridotite; 10, Serpentine; 11, Granite; 12, Quartz vein

图2 甘肃北山大山头铜-镍矿化岩体地质图

Fig. 2 Geological sketch map of Dashantou copper-nickel rock body in beishan, Gansu Province

3 物探异常特征

铜镍矿(化)体及矿化基性超基性杂岩体上具明显的磁异常, ΔT 最大值达 600 nT, 激电测深拟断面图在 100~800 m 深度圈出一个高阻、高极化率似层状异常体, 视电阻率 700~1792 $\Omega \cdot m$, 视极化率 7.5%~12.1%, 反演剖面图圈出一个漏斗状中阻、高极化率异常, 异常中心位于 6~14 号点间、深 100 m 以下至 400 m 未封闭, 极化率 7%~13%, 电阻率 700~1800 $\Omega \cdot m$, 与地表铜镍矿化超基性岩范围基本一致, 推测由深部硫化矿体引起。

4 地球化学特征

本次岩石化学测试是在中国地质调查局西安地质调查中心实验测试中心完成的。主量元素用压片法、X 射线荧光光谱, 微量元素采用等离子体质谱法(ICP-MS)。本次共选取了 9 件样品进行了

研究, 样品采集于大山头岩体露头较好部位及探槽中, 新鲜程度较高。

4.1 主量元素特征

与戴里辉长岩、辉石橄榄岩成分平均值比较, 大山头辉长岩 SiO_2 , FeO , MgO 和 CaO 偏高, TiO_2 , MnO 一致, Fe_2O_3 , K_2O , Na_2O , Al_2O_3 等偏低; 大山头超基性岩除 SiO_2 含量与戴里值相近, MgO , MnO , K_2O 含量较低外, 其余均偏高(表 1)。另外, 从辉长岩到橄榄二辉岩, 岩浆酸度降低, SiO_2 平均含量由 46.38 降至 39.66%; Al_2O_3 平均含量由 13.11% 降至 3.55%; CaO 平均含量由 7.53% 降至 1.81%; $K_2O + Na_2O$ 平均含量由 1.72% 降至 0.33%; $FeOT$ 平均含量由 10.361% 升至 11.32%; MgO 平均含量由 16.85% 升至 30.54%。从辉长岩相到二辉橄榄岩相, 暗色矿物含量增多, 岩浆基性程度增高。戈德列夫斯基等(1981)按照侵入岩中 MgO 的含量把超基性岩浆及其结晶产物分为三类: ①无硫

化物的镁铁质岩石 ($\text{MgO} \leq 8\%$); ②含铜镍中等镁铁质岩石 ($\text{MgO} 8\% \sim 30\%$); ③无硫化物的超镁铁质岩石 ($\text{MgO} > 30\%$)。大山头含矿岩体除全蛇纹石化辉橄岩外 (MgO 含量为 $11.69\% \sim 29.05\%$), 属含铜镍中等镁铁质岩石。大山头基性-超基性岩的 $m/f = (\text{Mg}^{2+} + \text{Ni}^{2+}) / (\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+})$ (吴利仁, 1963) 值除两个较大外 (11Q-1, 11Q-3, 分别为 5.52 和 8.79), 大部分介于 2.5~3.95, 属于铁质基性-超基性岩范畴, 这与金川 (0.4~5.5)、红旗岭 (1.27~4.93)、黑山 (2.25~4.55) 含矿岩体相同 (汤中立和李文渊, 1995; 张招崇等, 2003; 王玉往等, 2004; 杨合群等, 2006; 柴社立等, 2003); 另外, 大山头基性-超基性岩的 $\text{Mg}^\# = \text{Mg}^{2+} / (\text{Mg}^{2+} + \text{Fe}^{2+})$ 为 0.71~0.85, 平均值为 0.77, 略大于原始岩浆的 $\text{Mg}^\#$ (0.68~0.72), 且略小于残留地幔岩的 $\text{Mg}^\#$ (0.89~0.92), 因此推断其应作为一种部分熔融程度相对较高的熔体 (王立社等, 2008)。

在 $\text{FeO}_T/\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 图解中, 有采自怪石山的 4 件样品与黑山的 3 件样品, 大山头、黑山、怪石山样品中少数样品落入钙碱性系列区, 大部分样品均投影于拉斑玄武岩区; 在 AFM 图解上, 所有样品均表现出拉斑玄武岩系列演化趋势 (图 3)。表明大山头、怪石山、黑山岩体具相似的特征。

4.2 岩体稀土元素、微量元素特征

岩体稀土元素总量总体相对较小, $\Sigma \text{REE} = 8.703 \times 10^{-6} \sim 49.43 \times 10^{-6}$, 为球粒陨石的 2~15 倍 (Boynton, 1984), LREE 为 $4.91 \times 10^{-6} \sim 24.07 \times 10^{-6}$, HREE 为 $1.46 \times 10^{-6} \sim 5.56 \times 10^{-6}$, LREE/HREE 为 1.71~4.29, La_N/Yb_N 比值为 0.89~3.98, δEu 为 0.84~

1.26, δCe 为 0.94~1.03 (表 1)。以上数据显示大山头岩体轻稀土元素相对重稀土稍有富集, Eu, Ce 异常不明显。球粒陨石标准化图解 (图 4) 显示: 一方面, 大山头岩体的基性、超基性岩的稀土配分曲线相互平行甚至重合, 显示这些岩石来自相同的源区; 另一方面, 大山头岩体稀土模式总体为轻稀土稍富集、重稀土微分异的特征, 类似于地幔橄榄岩底辟侵位过程中早期部分深熔作用分出的熔体 (Sun and Nesbitt 1978; Weaver and Tarney: 1979), 这种稀土配分模式与喀拉通克、金川、黄山、红旗岭等岩体相似 (张招崇等, 2003; 张建辉, 2003; 孙赫等, 2007; 杨合群等, 1997; 白云来, 2000; 郝爱华等, 2002; 王玉往等, 2004)。文中有采自怪石山的 4 件样品与黑山的一件样品, 它们的稀土配分曲线与大山头基性-超基性岩的稀土配分曲线重合, 表明大山头与怪石山、黑山基性-超基性岩稀土元素丰度等特征一致; 从而可以推测大山头岩体熔融程度应与黑山岩体一致为 17%~29% (白云来等, 2002)。理论上讲, 只有当原始地幔的部分熔融程度大于 25% 时, 所产生的熔浆才能富含 Cu 和 Ni (张建辉, 2003), 由此看来大山头岩体富含铜镍在理论上是有可能的。

大山头岩体微量元素分析结果见表 1。从微量元素蛛网图 4b 可以看出, 怪石山岩体、黑山岩体及大山头岩体原始地幔标准化图解上具有一致性, 样品普遍富集大离子亲石元素 (如 Rb, Ba), 且具有明显的 Sr 异常。Zr, Nb, Y 等高场强元素活动性稳定, 不易受到变质和蚀变的影响, 能基本反映源区的特点。在 Nb-Zr-Y 构造环境判别图解中 (图 5), 该区样品多投影于板内和 N-MORB 型

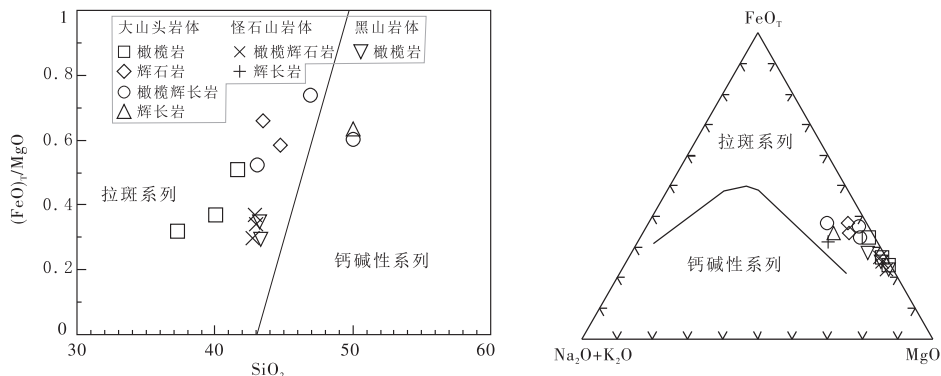


图 3 基性超基性岩 AFM 和 $(\text{FeO})_T/\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 图解

Fig. 3 $(\text{FeO})_T/\text{MgO}-\text{SiO}_2$ diagram and AFM diagram of basic ultrabasic rocks

表1 大山头和怪石山地区黑山岩体主量元素地区微量元素(%)及稀土元素(%)
Table 1 Contents of major oxides and rare earth and trace elements of the Hongliugou and Guaishishans intrusion

元素	大山头	大山头	大山头	大山头	大山头	大山头	大山头	大山头	大山头	怪石山	怪石山	怪石山	怪石山	黑山	黑山	黑山
	超基性岩	超基性岩	纯橄岩	橄辉岩	橄辉岩	含长橄辉岩	橄辉岩	橄辉岩	橄辉岩	二辉岩	橄辉岩	橄辉岩	辉长岩	橄辉岩	角闪橄辉岩	含长角闪橄辉岩
	11Q-1	11Q-2	11Q-3	11D-Q1	11D-Q1	11D-Q2	11D-Q4	11D-Q3	11S-Q1	GZK002-Q1	GZK002-Q2	GZK002-Q3	GZK002-Q4	10-Q1	10-Q2	10-Q3
SiO ₂	40.03	41.66	37.29	44.71	43.52	46.95	50.01	43.08	50.02	37.26	39.58	36.59	45.72	44.84	43.33	43.23
Al ₂ O ₃	5.34	5.28	1.25	13.88	11.35	17.48	8.15	12.92	14.91	5	5	5.34	11.81	8.51	3.88	5.46
Fe ₂ O ₃	3.01	3.44	9.53	1.36	1.72	0.75	0.58	1.98	0.8	5.51	5.15	3.77	3.12	2.47	2.49	3.77
FeO	8.02	10.28	3.07	9.63	11.27	8.31	11.39	8.4	6.68	4.34	4.33	3.93	4.73	9.17	8.91	8.71
CaO	2.86	2.5	0.08	6.46	6.16	8.99	6.48	7.75	9.36	8.34	10.58	10.37	10.7	5.11	2.52	2.67
MgO	29.05	26.28	36.28	18.6	19.44	12.17	19.76	19.44	11.69	25.21	26.23	24.53	13.03	27.6	37.72	34.91
K ₂ O	0.08	0.15	0.02	0.18	0.21	0.14	0.06	0.14	0.61	0.09	0.09	0.14	0.33	0.35	0.05	0.26
Na ₂ O	0.24	0.4	0.1	1.73	1.51	2.42	0.71	1	1.61	0.44	0.51	0.31	2.95	1.33	0.45	0.56
TiO ₂	0.26	0.53	0.13	0.39	0.38	0.6	0.3	0.13	0.45	0.41	0.44	0.44	0.86	0.4	0.26	0.2
P ₂ O ₅	0.03	0.12	0.03	0.07	0.11	0.04	0.02	0.02	0.05	0.08	0.06	0.03	0.14	0.05	0.06	0.04
MnO	0.15	0.18	0.11	0.16	0.18	0.14	0.18	0.15	0.14	0.15	0.13	0.12	0.14	0.17	0.32	0.19
La	2.18	4.14	0.89	4.27	3.68	2.47	1.37	1.51	2.82	4.6	2.7	3.8	3.6	4.1		
Ce	4.73	10.2	1.97	9.4	8.12	5.56	3.37	3.14	6.63	9.6	6.3	9.7	9.7	9.2		
Pr	0.64	1.43	0.27	1.25	1.11	0.75	0.56	0.42	0.98	1.3	0.96	1.58	1.67	1.22		
Nd	3.02	6.36	1.36	5.39	5.14	3.69	2.82	1.9	4.52	5.27	4.29	6.9	7.81	5.02		
Sm	0.8	1.46	0.32	1.22	1.4	1	0.96	0.5	1.15	1.49	1.11	1.88	2.27	1.32		
Eu	0.26	0.48	0.1	0.53	0.44	0.68	0.44	0.36	0.54	0.45	0.38	0.6	0.78	0.44		
Gd	0.88	1.56	0.41	1.39	1.49	1.01	1.18	0.64	1.38	1.4	1.16	2.02	2.61	1.38		
Tb	0.12	0.24	0.051	0.21	0.22	0.19	0.2	0.098	0.22	0.28	0.23	0.41	0.54	0.28		
Dy	0.92	1.66	0.39	1.37	1.49	1.2	1.41	0.68	1.47	1.87	1.53	2.67	3.71	1.87		
Ho	0.21	0.34	0.079	0.33	0.33	0.27	0.36	0.14	0.32	0.35	0.28	0.51	0.69	0.35		
Er	0.55	0.92	0.23	0.82	0.83	0.68	0.95	0.36	0.81	1.07	0.84	1.54	2.07	1.08		

续表

元素	大山头 超基 性岩	大山头 超基 性岩	大山头 纯橄 榄岩	大山头 橄 榄 辉石岩	大山头 含长橄 榄辉石岩	大山头 橄 榄 辉长岩	大山头 橄 榄 辉长岩	大山头 橄 榄 辉长岩	大山头 橄 榄 辉长岩	大山头 二辉岩	怪石山 橄 榄 辉石岩	怪石山 橄 榄 辉石岩	怪石山 橄 榄 辉石岩	怪石山 辉长岩	黑山 橄 榄 辉石岩	黑山 角闪橄 榄岩	黑山 含长角闪 橄 榄岩
Tm	11Q-1	11Q-2	11Q-3	11D-Q1	11D-Q1-1	11D-Q2	11D-Q4	11D-Q4	11D-Q3	11S-Q1	GZK002-Q1	GZK002-Q2	GZK002-Q3	GZK002-Q4	10-Q1	10-Q2	10-Q3
Yb	0.082	0.14	0.037	0.12	0.14	0.099	0.16	0.16	0.056	0.14	0.15	0.14	0.25	0.33	0.18		
Lu	0.48	0.85	0.23	0.77	0.81	0.62	1.11	1.11	0.36	0.85	1.05	0.89	1.61	2.16	1.16		
Y	0.069	0.14	0.034	0.13	0.13	0.096	0.19	0.19	0.06	0.14	0.15	0.14	0.27	0.34	0.2		
ΣREE	5.21	9.12	2.33	8.28	8.53	6.37	9.14	9.14	3.79	7.99							
LREE	20.151	39.04	8.701	35.48	33.86	24.685	24.22	24.22	14.014	29.96	29.03	20.95	33.74	38.28	27.8		
HREE	11.63	24.07	4.91	22.06	19.89	14.15	9.52	9.52	7.83	16.64	22.71	15.74	24.46	25.83	21.3		
LREE/ HREE	3.311	5.85	1.461	5.14	5.44	4.165	5.56	5.56	2.394	5.33	6.32	5.21	9.28	12.45	6.5		
(La/Yb) _N	3.51	4.11	3.36	4.29	3.66	3.40	1.71	1.71	3.27	3.12	3.59	3.02	2.64	2.07	3.28		
δEu	3.26	3.49	2.78	3.98	3.26	2.86	0.89	0.89	3.01	2.38	3.14	2.18	1.69	1.20	2.54		
δCe	0.95	0.97	0.84	1.24	0.93	2.07	1.26	1.26	1.95	1.31	0.95	1.02	0.94	0.98	1.00		
	0.98	1.03	0.99	1.00	0.99	1.00	0.94	0.94	0.97	0.98	0.96	0.96	0.97	0.97	1.01		
Cu	64.6	80.6	163	92.9	148	59.1	179	179	122	27.3	318	205	88.7	120			
Pb	11.2	6.34	2.14	2.62	1.61	2.11	3.43	3.43	1.62	911	283	52.4	45.8	29.7			
Zn	99.2	94.3	96.3	72.6	85.7	63.1	76.5	76.5	64.6	57.7	434	190	172	238			
Co	112	114	140	91.3	105	65.2	110	110	99.2	43.6	99.3	93	80.1	48.5			
Li	13.5	6.38	1.07	7.01	10.7	4.33	4.79	4.79	4.34	25.2	4.39	4.12	6.41	18.8			
Rb	3.32	4.12	0.5	5.26	7.28	2.65	1.08	1.08	4.31	38.9	2.85	2.05	3.53	8.29			
Cs	1.01	0.96	0.056	0.59	1.46	0.51	0.25	0.25	1.82	1.38	0.29	0.23	0.61	0.52			
Sr	44.5	52	9.3	214	174	268	124	124	200	274	154	130	134	328			
Ba	76.2	35.6	3.28	68.7	54.7	59.7	37.7	37.7	39.1	69.8	358	209	86.3	488			
V	74.9	81.4	29.4	49	54.2	110	191	191	55.2	191	84.2	82.3	63.6	161			
Sc	13.9	13.4	6.7	8.72	13.7	10.1	25.2	25.2	12.8	20.6	14.5	16.4	15	22.8			
Nb	1.62	2.62	0.75	1.95	1.56	1.02	0.047	0.047	0.091	0.96	7.05	2.71	2.2	3.09			
Ta	0.63	0.54	0.47	0.32	0.28	0.2	0.18	0.18	0.18	0.27	1.14	0.83	0.72	0.49			

注: 常量元素单位为%, 稀土微量元素单位为 $\times 10^{-6}$

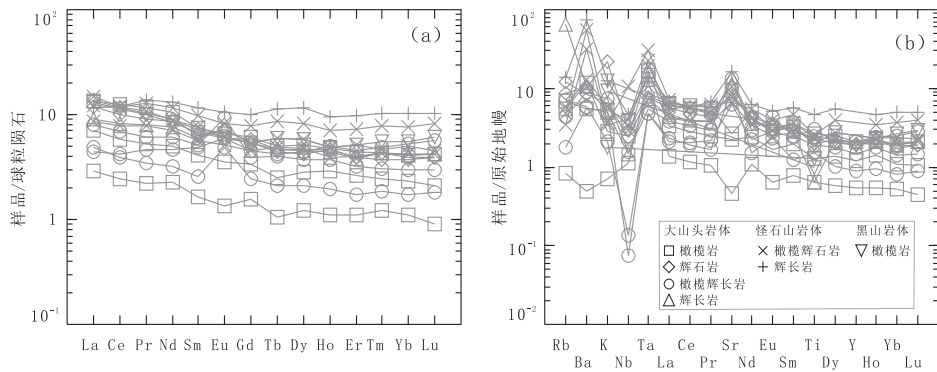
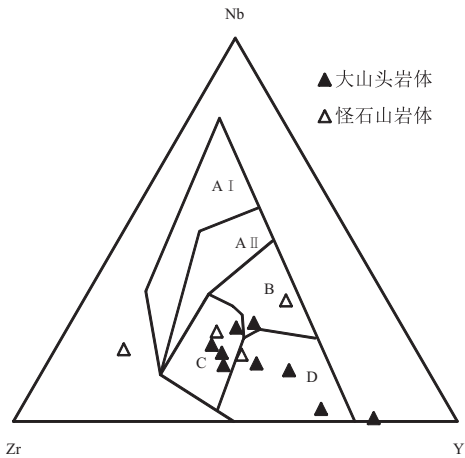


图4 球粒陨石标准化的稀土元素配分曲线图 (a) 和原始地幔标准化的多元蛛网图 (b)
(球粒陨石据 Boynton, 1984, 原始地幔据 McDonough and Sun, 1995)

Fig. 4 (a) Chondrite-normalized REE patterns (normalizing values are from Boynton, 1984); (b) PM-normalized trace elements spider diagrams (normalizing values are from McDonough and Sun, 1995)

源区环境中, 这表明该套岩石主要是“火山弧玄武岩”, 也就是“岛弧区岩石”, 具有幔源成因, 显然是岛弧区岩石独有的特征, 与主量元素显示的特征吻合。



A I: 板内碱性玄武岩; A II: 板内碱性玄武岩和拉斑玄武岩;
B: E-型洋脊玄武; C: 板内拉斑玄武岩和火山弧玄武岩;
D: N-型洋脊玄武岩和火山弧玄武岩

A I: Intraplate alkaline basalts; A II: Intraplate alkaline basalts and tholeiite; B: E-type ridge basalt; C: Intraplate tholeiite basalt and volcanic arc; D: N-type ridge basalt and volcanic arc basalt

图5 大山头岩体和怪石山岩体超基性岩体
2Nb-Zr/4-Y图解(据 Meschede, 1986);

Fig. 5 Tectonic discriminant diagram of trace elements for Dashantou and Guashishan mafic-ultramafic rocks

6 大山头岩体与黑山岩体含矿性对比

依据小岩体熔离型硫化物铜镍矿成矿规律分析, 一般工业矿体和富矿体多赋存在岩体的下部和底部的偏基性岩相带内。岩体地表的浸染状或海绵陨铁状矿化, 往往示踪矿体顶部和边缘矿化,

加之大山头矿化岩体剥蚀程度不深, 岩相重力分异较明显, 地磁和激电异常埋深范围比地表大, 异常值高, 无论岩体或矿化特征完全可和已探明中型铜镍矿床的黑山岩体相对比。据资料(杨合群等, 2006), 黑山岩体平面形态呈“鸭梨”状, 长 625 m、宽 470 m, 面积 0.25 km², 控制深为 562 m, 岩石属富铁质基性超基性岩, 目前在深部已发现 5 个矿体, 长数十米到数百米, 宽 1~100 m, 呈悬浮状产生于主岩相下部和岩体底部接触带附近, 产状与岩相相带一致; 以浸染状矿石为主, 铜平均品位为 0.12%, 镍平均品位为 0.33%, 探明铜矿床为小型, 镍矿床为中型。相比之下, 大山头岩体地表规模稍逊, 但深部激电异常规模不小, Ni 含量介于 0.2%~0.37%, Cu 含量 0.08%~0.46%, Cu+Ni 品位较黑山高, 估计大山头矿化岩体的 Cu+Ni 金属含量可达中型矿床规模。

7 结论

1) 大山头矿化岩体与黑山和怪石山含矿岩体产出构造环境类似, 位于分隔东天山与塔里木两大古陆的方山口—庙井—双鹰山深大裂带两侧南北侧, 是黑山和怪石山铜镍区的西延, 岩相分异良好, 岩体侵位于前寒武系中深变质碎屑岩与片麻状花岗岩中, 为多期次侵位的杂岩体, 早期以中细粒辉长岩岩基为主, 晚期为橄榄苏长辉长岩—二辉橄榄岩相基性—超基性岩, 多呈小岩体出露;

2) 大山头铜镍硫化物矿化主要发育于橄榄二辉岩、二辉橄榄岩、橄榄紫苏辉长岩中, 主要的

铜镍硫化物为黄铜矿、磁黄铁矿、镍黄铁矿等呈星点状和聚斑状产出;

3) 大山头物探资料显示, 含矿岩体具有明显的磁异常和激电异常, 异常规模在埋深 100 m 以下最好。

4) 大山头基性超基性岩体的 m/f 值为 2.5~8.79, 属于铁质基性-超基性岩范畴, 另外, $Mg^\#$ 平均值为 0.77, 略大于原始岩浆的 $Mg^\#$ (0.68~0.72), 且略小于残留地幔岩的 $Mg^\#$ (0.89~0.92), 因此推断其应作为一种部分熔融程度相对较高的熔体, 与同类成矿岩体可对比。

5) 大山头基性超基性岩与黑山、怪石山岩体的主量元素、稀土元素以及微量元素特征一致的现象表明其源区相同或相似;

6) 大山头岩体除地表规模稍逊黑山岩体外, 其深部激电异常以及铜加镍品位等均不小于甚至大于黑山岩体。

综合以上信息, 认为大山头有望成为与黑山同等规模的铜镍硫化物矿床。

参考文献 (References):

- 白云来, 陈启林, 汤中立, 等. 2004. 塔里木板块东北边缘弧后裂谷系统基性、超基性岩特征[J]. 中国地质, 31(3): 254-261.
- 白云来. 2000. 新疆哈密黄山-镜儿泉镍铜成矿系统的地质构造背景. 甘肃地质学报, 9(2): 1-7.
- 柴社立, 任洪茂, 申庆贵, 等. 2003. 吉林红旗岭地区含矿与不含矿岩体的地质地球化学对比[J]. 地质找矿论丛, 18(4): 229-232.
- 范立勇, 王岳军, 李晓勇, 等. 2007. 西秦岭地区晚中生代基性火山岩地球化学特征及构造意义[J]. 大地构造与成矿学, 31(4): 471-481.
- 孙赫, 秦克章, 徐兴旺, 等. 2007. 东天山镁铁质-超镁铁质岩带岩石特征及铜镍成矿作用[J]. 矿床地质, 26(1): 98-108.
- 汤中立, 白云来. 1997. 亚欧大陆桥北山-天山接合部构造格局[J]. 甘肃地质学报, 6(增刊): 13-20.
- 汤中立, 李文渊. 1995. 金川铜镍硫化物(含铂)矿床成矿规模及地质对比[J]. 北京: 地质出版社: 1-20.
- 王立社, 杨建国, 谢春林, 等. 2007. 甘肃北山火石山地区早古生代蛇绿混杂岩的发现及其地质意义[J]. 现代地质, 21(3): 451-456.
- 王立社, 杨建国, 谢春林, 等. 2008. 甘肃怪石山铜镍矿化基性超基性岩成矿潜力研究[J]. 大地构造与成矿学, 32(3): 392-399.
- 王瑞廷, 毛景文, 赫英, 等. 2004. 金川超大型铜镍硫化物矿床的铂族元素地球化学特征[J]. 大地构造与成矿学, 28(5): 279-286.
- 王玉往, 王京彬, 王莉娟, 等. 2004. 新疆哈密黄山地区铜镍硫化物矿床的稀土元素特征及意义[J]. 岩石学报, 20(48): 935-948.
- 吴利仁. 论中国基性、超基性岩的成矿专属性[J]. 1963, 地质科学, (1): 292-311.
- 郝爱华, 任洪茂, 李宝林, 等. 2002. 吉林省红旗岭铜镍硫化物矿床的岩石学和地球化学研究[J]. 吉林大学学报, (2): 140-145.
- 杨合群, 李英, 杨建国, 等. 2006. 北山造山带的基本成矿特征[J]. 西北地质, 39(2): 78-95.
- 杨合群, 汤中立, 苏犁. 1997. 金川硫化物铜镍矿床成矿岩浆和源区特征讨论[J]. 甘肃地质学报, 6(1): 44-52.
- 张建辉. 2003. 金川与金平铜镍硫化物矿床地质特征对比[D]. 昆明理工大学工程硕士学位论文: 4-6.
- 张招崇, 闰升好, 陈柏林, 何立新, 何永胜, 周刚. 2003. 新疆喀拉通克基性杂岩体的地球化学特征及其对矿床成因的约束[J]. 岩石矿物学杂志, 22(3): 217-225.
- Sun S S and nesson R W. 1978. Petrogenesis of Archaean ultrabasic and basic volcanic evidence from the rare earth elements [J]. Contrib Mineral Petrol, 65: 301-325.
- Weaver B L and Tamey J. 1979. Thermal aspects of komatiite generation and greenstone belt models [J]. Nature, 279: 689-692.